

## X-RAY PROJECTING AND ALIGNER

Publication number: JP2001060547 (A)

Publication date: 2001-03-06

Inventor(s): OSHINO TETSUYA +

Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK +

Classification:

- international: G03F7/20; H01L21/027; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): G03F7/20; H01L21/027

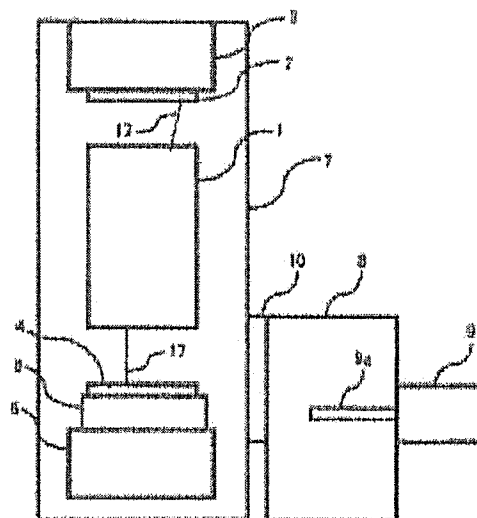
- European:

Application number: JP19990235128 19990823

Priority number(s): JP19990235128 19990823

### Abstract of JP 2001060547 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an X-ray projection aligner, which is provided with a wafer absorbing mechanism and a wafer carrying mechanism or a mask absorbing mechanism and a mouse-carrying mechanism suitable for the X-ray projection aligner. **SOLUTION:** In this aligner, a voltage is supplied to a wafer suction member 6, and the wafer suction member 6 is fixed to a carriage arm 9a, in a state that a wafer 4 is held by electrostatic suction. The wafer 4 and the wafer sucking member 6 are moved to a wafer stage 5 by the carriage arm 9a, and the carriage arm 9a is descended or the wafer stage 5 is ascended so that the wafer suction member 6 can be placed on the wafer stage 5. A voltage is supplied to the wafer suction member 6, the wafer sucking member 6 is fixed to the wafer stage 5, and at last the fixing of the carriage arm 9a and the wafer sucking member 6 is released, so that the carriage arm 9a can be withdrawn.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-60547

(P2001-60547A)

(43) 公開日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)	
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 3 1 A	2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 3	G 0 3 F 7/20	5 0 3	5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-235128

(22) 出願日 平成11年8月23日 (1999.8.23)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 押野 哲也

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム (参考) 2H097 CA15 DA06 DB07 GB01 LA10

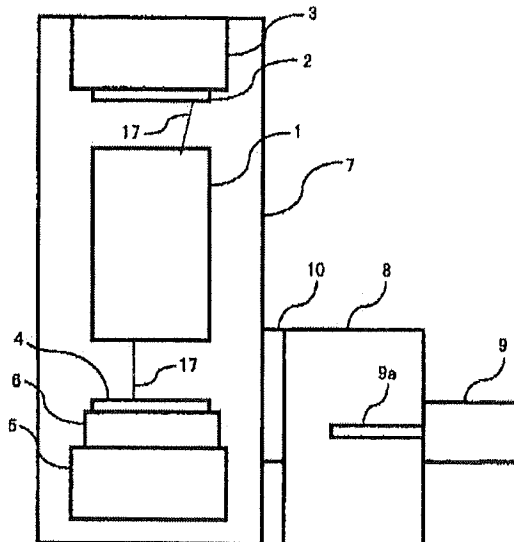
5F046 CD04 GA03 GA11 GA12 GA14

(54) 【発明の名称】 X線投影露光装置

## (57) 【要約】

【課題】 X線投影露光装置に適したウエハ吸着機構およびウエハ搬送機構あるいは、マスク吸着機構およびマスク搬送機構を具備したX線投影露光装置を得る。

【解決手段】 ウエハ吸着部材6に電圧を供給して静電吸着によりウエハ4を保持させた状態で、前記ウエハ吸着部材6を搬送アーム9aに固定し、次に、ウエハ4とウエハ吸着部材6を搬送アーム9aによりウエハステージ5上に移動させ、さらに搬送アーム9aを下降させるかあるいは、ウエハステージ5を上昇させることによって、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に載置し、ウエハ吸着部材6に電圧を供給し、前記ウエハ吸着部材6を前記ウエハステージ5に固定し、最後に搬送アーム9aとウエハ吸着部材6との固定を解除し搬送アーム9aを退避させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 X線源と、該X線源から発生するX線を所定のパターンを有するマスク上に照射する照明光学系と、前記マスクからのX線を受けて前記パターンの像をウエハ上に投影結像する投影結像光学系と、前記ウエハを保持するウエハステージと、前記マスクを保持するマスクステージと、前記投影結像光学系と前記ウエハステージと前記マスクステージを真空中に保つ真空チャンバとを有するX線投影露光装置において、ウエハを静電力で吸着するウエハ吸着部材と、複数のウエハをストックするウエハ格納室と、ウエハを前記ウエハ格納室から前記ウエハステージへ搬送する搬送機構とを具備することを特徴とするX線投影露光装置。

【請求項2】 前記搬送機構が、ウエハを前記ウエハ吸着部材の所定位置で吸着した状態で、該ウエハ吸着部材を搬送することを特徴とする請求項1に記載のX線投影露光装置。

【請求項3】 前記ウエハ吸着部材が、誘電体と該誘電体に埋め込まれた一つあるいは複数の電極と該電極に電圧を供給するための電圧入力端子とから構成され、該電圧入力端子を一つの電極に対して少なくとも2つ以上設け、前記ウエハステージおよび前記搬送機構に、前記ウエハ吸着部材に設けられた電圧入力端子に電圧を供給する電圧出力端子を設け、前記ウエハステージあるいは前記搬送機構に設けられた電圧出力端子のうち、少なくとも一つの電圧出力端子から前記ウエハ吸着部材に電圧を供給することを特徴とする請求項1または、請求項2に記載のX線投影露光装置。

【請求項4】 前記ウエハ吸着部材の一部に磁性体を配置し、前記ウエハステージの一部および前記搬送機構の一部に磁力発生部を設けて、該磁力発生部に発生させた磁力で前記磁性体を保持することにより、前記ウエハ吸着部材を前記ウエハステージあるいは前記搬送機構に固定することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項5】 前記ウエハ格納室に真空排気機構を設け、前記ウエハ格納室と前記真空チャンバの間にゲートバルブを設け、前記真空チャンバを真空状態に保ったまま前記ウエハ格納室を真空あるいは大気圧状態に保つことができることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項6】 前記搬送機構にウエハ吸着部材を回転させる機構を設けたことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項7】 X線源と、該X線源から発生するX線を所定のパターンを有するマスク上に照射する照明光学系と、前記マスクからのX線を受けて前記パターンの像をウエハ上に投影結像する投影結像光学系と、前記マスクを保持するマスクステージと、前記ウエハを保持するウエハステージと、前記投影結像光学系と前記マスクステ

ージと前記ウエハステージを真空中に保つ真空チャンバとを有するX線投影露光装置において、マスクを静電力で吸着するマスク吸着部材と、複数のマスクをストックするマスク格納室と、マスクを前記マスク格納室から前記マスクステージへ搬送する搬送機構とを具備したことを特徴とするX線投影露光装置。

【請求項8】 前記搬送機構が、マスクを前記マスク吸着部材の所定位置で吸着した状態で、該マスク吸着部材を搬送することを特徴とする請求項7に記載のX線投影露光装置。

【請求項9】 前記マスク吸着部材が、誘電体と該誘電体に埋め込まれた一つあるいは複数の電極と該電極に電圧を供給するための電圧入力端子とから構成され、該電圧入力端子を一つの電極に対して少なくとも2つ以上設け、前記マスクステージおよび前記搬送機構に、前記マスク吸着部材に設けられた電圧入力端子に電圧を供給する電圧出力端子を設け、前記マスクステージあるいは前記搬送機構に設けられた電圧出力端子のうち、少なくとも一つの電圧出力端子から前記マスク吸着部材に電圧を供給することを特徴とする請求項7または請求項8に記載のX線投影露光装置。

【請求項10】 前記マスク吸着部材の一部に磁性体を配置し、前記マスクステージの一部および前記搬送機構の一部に磁力発生部を設けて、該磁力発生部に発生させた磁力で前記磁性体を保持することにより、前記マスク吸着部材を前記マスクステージあるいは前記搬送機構に固定することを特徴とする請求項7から請求項9のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項11】 前記マスク格納室に真空排気機構を設け、前記マスク格納室と前記チャンバの間にゲートバルブを設け、前記チャンバを真空状態に保ったまま前記マスク格納室を真空あるいは大気圧状態に保つことができることを特徴とする請求項7から請求項10のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項12】 前記搬送機構にマスク吸着部材を回転させる機構を設けたことを特徴とする請求項7から請求項11のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項13】 請求項1から請求項6のいずれかに記載のX線投影露光装置において、請求項7から請求項12のいずれかに記載のマスク吸着部材とマスク格納室と搬送機構とを具備することを特徴とするX線投影露光装置。

【請求項14】 前記誘電体が、セラミックスであることを特徴とする請求項3から請求項6のいずれか、または請求項9から請求項13のいずれかに記載のX線投影露光装置。

【請求項15】 前記ウエハ吸着部材またはマスク吸着部材に、電極を少なくとも2つ以上設け、該電極の少なくとも一つに、他の電極に供給される電圧とは異なる電圧を供給することを特徴とする請求項1から請求項14の

いずれかに記載のX線投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえばX線光学系等のミラープロジェクション方式によりフォトマスク（マスクまたはレチクル）上の回路パターンを反射型の結像光学系を介してウエハ等の基板上に転写する際に好適な装置であるX線投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からの半導体製造用の露光装置は、フォトマスク（以下、マスクと称する）面上に形成された回路パターンを、結像装置に設けられた投影結像光学系を介して、ウエハ等の基板上に投影転写するものである。前記露光装置には、たとえば露光光源にi線を用いた露光装置などがあり、該露光装置は、光源と、照明光学系と、投影結像光学系と、マスクを保持するステージと、ウエハを保持するステージと、焦点検出機構とから構成されている。該焦点検出機構は、ウエハ上に斜めに光束を照射して、その反射光束を光検出器で検出することにより、前記ウエハ高さを知ることができる。また、マスクにはウエハに描画するパターンの等倍あるいは拡大パターンが形成されている。投影結像光学系は通常、複数のレンズ等で構成され、前記マスク上のパターンを前記ウエハ上に結像して一括転写できるようになっており、約20mm角の視野を有しているため、所望の領域（例えば、半導体チップ2チップ分の領域）を一括で露光することができる。

【0003】近年、半導体集積回路の高集積化、高性能化がさらに進み、解像力の向上が必要となってきた。一般に、露光装置の解像力Wは、主に露光波長λと結像光学系の開口数NAで決まり、次式で表される。

$$W = k_1 \lambda / NA \quad k_1 : \text{定数}$$

したがって、解像力を向上させるためには、上式の分子側にある波長を短くするかあるいは分母側の開口数を大きくすることが必要となる。

【0004】また、上記のような従来の半導体露光装置では、投影結像光学系の焦点位置近傍で高い解像力を得られるように設計されており、ウエハはその露光する表面位置を投影結像光学系の焦点位置近傍に配置されている。投影結像光学系が高い解像力を示す範囲（光軸方向の長さ）を焦点深度（DOF）と称する。焦点深度は主に露光波長λと結像光学系の開口数NAで決まり、次式で表される。

$$DOF = k_2 \lambda / NA^2 \quad k_2 : \text{定数}$$

現在、半導体露光装置の露光光源には前述の通り、主に波長365nmのi線が使用されており、開口数を0.5とすると0.5μmの解像力と1.5μmの焦点深度が得られる。ここで開口数を大きくすれば、解像力を向上させることができるが逆に焦点深度を浅くしてしまうことになり、さらに光学設計上あるいは装置製造上に無

理を生じるため、露光光の短波長化が必要となってきた。たとえば、i線より短波長の露光光としてエキシマレーザー光であれば、その波長は、KrFで248nm、ArFで193nmと短波長であり、KrFでは0.25μm、ArFでは0.18μmの解像力が得られる。そして、露光光としてさらに波長の短いX線、たとえば波長13nmを用いれば、開口数を0.1にすると0.1μm以下の解像力を得ることが可能となり、焦点深度もi線とほぼ同等の1.3μmが得られる。

【0006】また、従来からの投影露光装置は前述の通り、ウエハ上で約20mm程度の視野を有するため、マスクおよびウエハは少なくとも露光する範囲において十分な平坦度を有していることが好ましい。しかし、シリコンウエハ等のウエハは厚さが高々1mm程度しかないため、ウエハ自身の反り等によりμmオーダー程度の平坦度しか得られない。そこで、露光時にウエハ表面を平坦に保つような機構が必要であった。一方マスクは一般的に厚さ数mmのガラス板を基盤として作製されるため、ウエハに比べるとよい平坦度を有している。しかし、マスクに対しても、それが充分平坦に保たれるような保持機構が必要であった。そこで、保持する接触面を高精度な平面度に仕上げた真空チャック部材でウエハおよびマスクを吸着することによって、マスクおよびウエハを弾性変形させて、その表面を平坦に保つことができた。

【0007】従来のi線とエキシマレーザー光を用いた露光装置におけるウエハ搬送手順を、図10を用いて説明する。図10はウエハ44をウエハ格納部51からウエハステージ45に搬送する手順を示している。まず、ウエハ格納部51にあるウエハ44を搬送アーム50aに真空チャック（不図示）を用いて吸着させる（図10a）。次に、ウエハ44をウエハステージ45に固定されるウエハ吸着部材49の上方に移動する（図10b）。次に、ウエハステージ45内に配置されたウエハ受け渡し機構52を駆動して、受け渡しアーム52aでウエハ44の裏面の一部を真空チャック（不図示）を用いて吸着する（図10c）。最後に、ウエハ搬送アーム50aの真空吸着を解除して、ウエハ44から搬送アーム50aを退避させて、ウエハ受け渡しアーム52aを降下させることによりウエハ44をウエハ吸着部材49の上に乗せる。ウエハ吸着部材49に設けられた真空チャック（不図示）の吸着力によりウエハ44はウエハステージ45に保持される。

【0008】また、ウエハ44をウエハステージ45からウエハ格納部51に搬送する場合には、上記の逆の手順をとる。同様に露光装置がマスク格納部を具備している場合には、必要に応じて露光に使用するマスクをマスク吸着部材に吸着させて、前記マスク格納部からマスクステージまで搬送して交換することができる。

【0009】次に、現在試験的に考えられているX線投影露光装置の概略図を図9に示す。本装置は、X線源3

1と、照明光学系32と、マスク33を保持するマスクステージ34と、投影結像光学系35と、ウエハ36を保持するウエハステージ37と、前記投影結像光学系35と前記マスクステージ34とウエハステージ37の環境を真空にするための真空チャンバ38とから構成される。

【0010】マスク33には描画するパターンの等倍あるいは拡大パターンが形成されている。投影結像光学系35は複数の反射鏡等で構成されており、マスク33上のパターンをウエハ36上に縮小投影結像するようになっている。各反射鏡の表面にはX線の反射率を高めるために多層膜が設けられている。投影結像光学系35は輪帯状の視野を有し、マスク33の一部における輪帯状の領域のパターンを、ウエハ36上に転写する。露光の際には、マスク33とウエハ36を一定速度で同期走査させることによって、所望の領域（例えば、半導体チップ1個分の領域）を露光できるようになっている。

【0011】X線には、多層膜で高い反射率が得られる13nm程度の軟X線が用いられるが、このような軟X線は空気による吸収が大きい。そこで、X線の光路が真空中に保たれるように、少なくともマスクとウエハと投影結像光学系35を真空チャンバ38内に配置し、該真空チャンバ38内を真空ポンプ（不図示）で排気している。

【0012】マスクステージおよびウエハステージは真空中で高精度に駆動するものが好ましく、磁気ステージやピエゾステージなどが用いられる。X線を用いた露光方法においても、従来のi線を用いた露光方法と同等に、ウエハの表面にはレジストが塗布されており、ウエハを搬送する際にこのレジストを剥離あるいは汚染させてはならない。そのため、ウエハはその裏面を吸着保持することが好ましい。マスクも、その表面に微細で脆弱な回路パターンが形成されているため、やはり、その裏面を吸着保持することが望ましい。前述の通り、従来からの露光装置におけるウエハ搬送機構あるいはマスク搬送機構には、ウエハあるいはマスクをアームに真空吸着して搬送する機構が採用されてきた。ところが、X線投影露光装置はウエハおよびマスクを真空中に配置しなくてはならないため、従来から用いられてきた真空チャック吸着方式では、吸着保持することができない。そこで、真空中においても大きな吸着力が得られる静電吸着方式が考えられ、従来と同様にウエハおよびマスクを搬送アームに吸着して搬送し、図10に示したような受け渡し機構を用いることになる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記搬送機構ではウエハおよびマスクを裏面で保持できるという利点があるものの、ウエハ吸着部材やウエハステージの内部あるいはマスク吸着部材やマスクステージの内部に複雑な受け渡し機構を設けなければならない。また、

上述のようにX線投影露光装置のウエハステージおよびマスクステージには、磁気ステージあるいはピエゾステージが用いられるため、これらのステージ内部に前述の受け渡し機構を設けることは、構造的に複雑になり困難であるという問題点もあった。

【0014】本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、X線投影露光装置に適したウエハ吸着機構およびウエハ搬送機構あるいは、マスク吸着機構およびマスク搬送機構を具備したX線投影露光装置を提供することを目的としている。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、請求項1に記載のX線投影露光装置では、X線源と、該X線源から発生するX線を所定のパターンを有するマスク上に照射する照明光学系と、前記マスクからのX線を受けて前記パターンの像をウエハ上に投影結像する投影結像光学系と、前記ウエハを保持するウエハステージと、前記マスクを保持するマスクステージと、前記投影結像光学系と前記ウエハステージと前記マスクステージを真空に保つ真空チャンバとを有するX線投影露光装置において、ウエハを静電力で吸着するウエハ吸着部材と、複数のウエハをストックするウエハ格納室と、ウエハを前記ウエハ格納室から前記ウエハステージへ搬送する搬送機構とを具備することを特徴としている。

【0016】請求項2に記載のX線投影露光装置では、請求項1に記載の搬送機構が、ウエハを前記ウエハ吸着部材の所定位置に吸着した状態で、該ウエハ吸着部材を搬送することを特徴としている。請求項3に記載のX線投影露光装置では、請求項1または、請求項2に記載のX線投影露光装置において、前記ウエハ吸着部材が、誘電体と該誘電体に埋め込まれた一つあるいは複数の電極と該電極に電圧を供給するための電圧入力端子とから構成され、該電圧入力端子を一つの電極に対して少なくとも2つ以上設け、前記ウエハステージおよび前記搬送機構に、前記ウエハ吸着部材に設けられた電圧入力端子に電圧を供給する電圧出力端子を設け、前記ウエハステージあるいは前記搬送機構に設けられた電圧出力端子のうち、少なくとも一つの電圧出力端子から前記ウエハ吸着部材に電圧を供給することを特徴としている。

【0017】請求項4に記載のX線投影露光装置では、請求項1から請求項3のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記ウエハ吸着部材の一部に磁性体を配置し、前記ウエハステージの一部および前記搬送機構の一部に磁力発生部を設けて、該磁力発生部に発生させた磁力で前記磁性体を保持することにより、前記ウエハ吸着部材を前記ウエハステージあるいは前記搬送機構に固定することを特徴としている。

【0018】また、請求項5に記載のX線投影露光装置では、請求項1から請求項4のいずれかに記載のX線投

影露光装置において、前記ウエハ格納室に真空排気機構を設け、前記ウエハ格納室と前記真空チャンバの間にゲートバルブを設け、前記真空チャンバを真空状態に保ったまま前記ウエハ格納室を真空あるいは大気圧状態に保つことができることを特徴としている。

【0019】請求項6に記載のX線投影露光装置では、請求項1から請求項5のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記搬送機構にウエハ吸着部材を回転する機構を設けたことを特徴としている。さらに、請求項7に記載のX線投影露光装置では、X線源と、該X線源から発生するX線を所定のパターンを有するマスク上に照射する照明光学系と、前記マスクからのX線を受けて前記パターンの像をウエハ上に投影結像する投影結像光学系と、前記マスクを保持するマスクステージと、前記ウエハを保持するウエハステージと、前記投影結像光学系と前記マスクステージと前記ウエハステージを真空に保つ真空チャンバとを有するX線投影露光装置において、マスクを静電力で吸着するマスク吸着部材と、複数のマスクをストックするマスク格納室と、マスクを前記マスク格納室から前記マスクステージへ搬送する搬送機構とを具備したことを特徴としている。

【0020】請求項8に記載のX線投影露光装置では、請求項7に記載のX線投影露光装置において、前記搬送機構が、マスクを前記マスク吸着部材の所定位置に吸着した状態で、該マスク吸着部材を搬送することを特徴としている。請求項9に記載のX線投影露光装置では、請求項7または請求項8に記載のX線投影露光装置において、前記マスク吸着部材が、誘電体と該誘電体に埋め込まれた一つあるいは複数の電極と該電極に電圧を供給するための電圧入力端子とから構成され、該電力入力端子を一つの電極に対して少なくとも2つ以上設け、前記マスクステージおよび前記搬送機構に、前記マスク吸着部材に設けられた電圧入力端子に電圧を供給する電圧出力端子を設け、前記マスクステージあるいは前記搬送機構に設けられた電圧出力端子のうち、少なくとも一つの電圧出力端子から前記マスク吸着部材に電圧を供給することを特徴としている。

【0021】請求項10に記載のX線投影露光装置では、請求項7から請求項9のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記マスク吸着部材の一部に磁性体を配置し、前記マスクステージの一部および前記搬送機構の一部に磁力発生部を設けて、該磁力発生部に発生させた磁力で前記磁性体を保持することにより、前記マスク吸着部材を前記マスクステージあるいは前記搬送機構に固定することを特徴としている。

【0022】請求項11に記載のX線投影露光装置では、請求項7から請求項10のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記マスク格納室に真空排気機構を設け、前記マスク格納室と前記チャンバの間にゲートバルブを設け、前記チャンバを真空状態に保ったまま

前記マスク格納室を真空あるいは大気圧状態に保つことができることを特徴としている。

【0023】また請求項12に記載のX線投影露光装置では、請求項7から請求項11のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記搬送機構にマスク吸着部材を回転する機構を設けたことを特徴としている。請求項13に記載のX線投影露光装置では、請求項1から請求項6のいずれかに記載のX線投影露光装置において、請求項7から請求項12のいずれかに記載のマスク吸着部材とマスク格納室と搬送機構とを具備することを特徴としている。

【0024】請求項14に記載のX線投影露光装置では、請求項3から請求項6のいずれか、または請求項9から請求項13のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記誘電体が、セラミックスであることを特徴としている。請求項15に記載のX線投影露光装置では、請求項1から請求項14のいずれかに記載のX線投影露光装置において、前記ウエハ吸着部材またはマスク吸着部材に、電極を少なくとも2つ以上設け、該電極の少なくとも一つに、他の電極に供給される電圧とは異なる電圧を供給することを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明によるX線投影露光装置の概略図を図1に示す。本装置は、X線源（不図示）と、照明光学系（不図示）と、投影結像光学系1と、マスク2を保持するマスクステージ3と、前記ウエハ4を吸着する吸着部材6と、前記吸着部材6を保持するウエハステージ5と、前記投影結像光学系1と前記マスクステージ3と前記ウエハステージ5とを真空に保つためのチャンバ7と、ウエハをストックするウエハ格納室8と、前記ウエハ4およびウエハ吸着部材6を搬送する搬送機構9とを有する。

【0026】マスク2には描画するパターンの等倍あるいは拡大パターンが形成されている。投影結像光学系1は複数の反射鏡等で構成され、マスク2上のパターンをウエハ4上に結像するようになっている。投影結像光学系1は輪帯状等の視野を有し、マスク2の一部における領域のパターンを、ウエハ4上に転写する。露光の際は、前記マスク2とウエハ4をそれぞれマスクステージ3およびウエハステージ5により一定速度で同期走査させることによって、所望の領域を露光できるようになっている。

【0027】本装置は、X線を露光光として用いるために、真空中で露光を行わなければならない。少なくとも投影結像光学系1と、マスクステージ3と、ウエハステージ5を真空チャンバ7内に配置しなければならない。ここで、ウエハ4を交換する際に、真空チャンバ7の真空雰囲気は大気圧の状態にもどしてウエハ4交換しているが、前記真空チャンバの排気に時間がかかり装置のスループットが低くなる。そこで、本装置では図1に示すよ

うにウエハ格納室8も真空チャンバ構造とし、さらにウエハ格納室8と真空チャンバ7の間にゲートバルブ10を設けている。ウエハ4を露光装置内に搬入する際には、まずウエハ格納室8のみを大気圧状態にして、その中にウエハを装着する。次に、ウエハ格納室8を排気して所望の真空状態にする。この間、ゲートバルブ10は閉じておいて、真空チャンバ7は真空状態を保てるようにする。ウエハ格納室8は真空チャンバ7に比べて容積が小さいので、より短い時間で排気することができる。さらに、ウエハ格納室8を排気している間も、真空チャンバ7内で露光することが可能なため、露光装置のスルーットを高くすることが可能である。そして、ウエハ格納室8が所望の真空度に達したら、ゲートバルブ10を開けてウエハをウエハ格納室8から真空チャンバ7内に搬送する。

【0028】前記ウエハ搬送機構9は、搬送アーム9aにウエハ吸着部材6を保持できる機構（後述）を設けており、ウエハ4をウエハ吸着部材6に吸着させた状態で前記ウエハ吸着部材6と一緒に搬送することができる。ウエハ吸着部材6を搬送する際に、搬送アーム9aはウエハ吸着部材6の裏面以外の場所、たとえば側面を保持して搬送することもできる。また、前記ウエハ吸着部材6をウエハステージ5に載置する際には、搬送アーム9aでウエハ4を吸着保持したウエハ吸着部材6をウエハステージ5の上部まで搬送し、前記搬送アーム9aを上下に駆動させるかまたは、ウエハステージ5を上下に駆動させることによって、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に載置することができる。その結果、従来のような複雑な受け渡し機構が不要になるという利点がある。

【0029】露光の際には、レジスト（不図示）を塗布したウエハ4をウエハ吸着部材6で吸着保持し、さらに該ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上の所定の位置に配置して固定する。ウエハ吸着部材6は静電力でウエハ4を吸着し、真空中においてもウエハ4を保持できるようになっている。さらに、ウエハ吸着部材6のウエハ4と接触する吸着面は高精度に平坦な平面に加工されている。その結果、反りの大きいウエハを用いても、吸着後のウエハ表面は充分な平坦度になり、ウエハの露光面を投影結像光学系1の焦点深度の範囲内に収めることができる。

【0030】次に、図6を用いて、ウエハ吸着部材6、ウエハ搬送アーム9a、ウエハステージ5の構造を説明する。（電極が一つの単電極の場合図6a、複数の場合図6b）

ウエハ吸着部材6は誘電体とその中に埋め込まれた電極21で構成されている。前記電極21に電圧を供給することにより静電吸着力が発生する。さらに、ウエハ吸着部材6には2つ以上の電圧入力端子22a、22bが設けてあり、これらは誘電体に埋め込まれた配線23a、

23bにより電極21と接続している。これらの電圧入力端子の少なくとも一つに電圧を供給すると、ウエハ吸着部材に静電力が発生する。ウエハステージ5には、電圧入力端子22aに電圧を供給するための電圧出力端子24aおよび配線25aが設けてある。また、ウエハ搬送アーム9aにも、電圧入力端子22bに電圧を供給するための電圧出力端子24bと配線25bが設けてある。配線25a、25bの他端は電源（不図示）に接続されている。前記誘電体の材料としては酸化アルミニウム等のセラミックスがよい。該セラミックスは機械的強度が大きいという特徴に加え、真空中における脱ガス量を抑えることができる。また、セラミックス中の金属不純物量を極力小さくすることができるため、ウエハを吸着する際に発生するウエハへの金属汚染を抑えることができ、後工程のエッチングプロセスに悪影響を及ぼすことがない。

【0031】さらに、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5あるいは搬送アーム9aに固定する手段としては、たとえば磁力を用いるとよい。ウエハステージ5および搬送アーム9aの一部に磁力発生部材26a、26bを設けて、該磁力発生部材で磁力を発生させてウエハ吸着部材6に設けた磁性体27を保持して、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5あるいは搬送アーム9aに固定することができる。前記磁力発生部材26a、26bを電磁石にすると磁力を制御できるので好ましいが、ウエハ吸着部材6の固定方法は磁力に限定されるものではない。たとえば搬送アームの先端に機械式のつかみ機構を設けて、ウエハ吸着部材6を固定してもよい。

【0032】ここで、本発明によるウエハの搬送手順の一例を図4および図7を用いて詳細に説明する。まず、上述したように静電吸着方式により、ウエハ吸着部材6にウエハ4を保持させた状態で、ウエハ吸着部材6を搬送アーム9aに固定する（図4a）。この時、図7aに示すように電圧入力端子22bと電圧出力端子24bを接触させてウエハ吸着部材6に電圧を供給して静電吸着により、ウエハ4はウエハ吸着部材6に保持される。また該ウエハ吸着部材6の磁性体27と搬送アーム9aの磁力発生部材26bにより、前記ウエハ吸着部材6は搬送アーム9aに固定される。次に、ウエハ4とウエハ吸着部材6を搬送アーム9aによりウエハステージ5上に移動させ、さらに、図4bに示すように搬送アーム9aを下降させるかあるいは、ウエハステージ5を上昇させることによって、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に載置し、電圧入力端子22aと電圧出力端子24aを接触させて、ウエハ吸着部材6に電圧を供給する（図7b）。そして、該ウエハ吸着部材6の磁性体27とウエハステージ5の磁力発生部材26aにより、前記ウエハ吸着部材6は前記ウエハステージ5に固定される。さらに、搬送アーム9aの電圧出力端子24bへの電圧供給を切るとともに、搬送アーム9aの磁力発生部材26

bの磁力を消滅させて、ウエハ吸着部材6との固定を解除し、搬送アーム9aを退避させる(図4c、図7c)。

【0033】上記のような、手順をとることによってウエハ吸着部材6をウエハステージ5に固定する場合と、搬送アーム9aに固定する場合のいずれも場合においても、常にウエハ吸着部材6の電極に電圧を供給することができ、ウエハ4を常にウエハ吸着部材6に吸着保持した状態でウエハ4を搬送することができる。また、本発明によるウエハの搬送手順の別の例を図5を用いて説明する。上記の図4に示した例では、搬送機構9の駆動部をウエハ格納室8の外側に設けたが、本例では真空チャンバ7内に搬送機構15を設けている。まず、図5aに示すように、ウエハ吸着部材6にウエハを静電吸着して保持した状態で、ウエハ吸着部材6を搬送アーム15aに上述のような磁力等で固定する。さらに、ウエハ4とウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に移動させる(図5b)。次に、搬送アーム15aを下降させるかあるいは、ウエハステージ5を上昇させることによって、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に載置し磁力等で固定する。最後に、搬送アーム15aを退避させる(図4c)。本装置は、図4の例に比べて搬送アームを短くできるという利点を有する。

【0034】ここで、ウエハ4をウエハ格納室8にストックする場合には、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5から搬送アーム9aに受け渡す手順となり、上記の手順と逆の手順を踏めばよい。また、図1に示したX線露光装置においては、露光時にウエハのレジストを塗布した面が水平となるようにウエハステージ5が配置されているが、たとえば放射光を光源とした装置においては、照明光学系の配置によりウエハが垂直に配置される場合が多い。このような場合には、ウエハの搬送機構9aにウエハ吸着部材6を回転させる機構を設けることが好ましく、この機構によるウエハの搬送手順を図8を用いて簡単に説明する。このウエハ縦型配置の場合でも、まず上記の例と同じようにウエハ吸着部材6の所定位置にウエハを静電吸着させた状態で、ウエハ吸着部材6を搬送アーム9aに固定する(図8a)。このとき、ウエハ4は水平に保持されている。次に、回転機構9bを作動させてウエハ吸着部材6を90度回転させて、図8bに示すようにウエハ4を垂直に配置する。次に、ウエハ4とウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に搬送アーム9aで移動させる(図8c)。そして、搬送アーム9aあるいはウエハステージ5を水平方向に駆動させて、ウエハ吸着部材6とウエハステージ5を接触させ、ウエハ吸着部材6をウエハステージ5上に固定する。最後に、搬送アーム9aを退避させる(図8d)。このような構成により、ウエハを縦向きに配置して露光する露光装置においても、ウエハを容易に搬送することができる。

【0035】また、上記例においては、ウエハの吸着機構と搬送機構についての形態を説明したが、同様の機構

を用いてマスクの吸着機構と搬送機構あるいは、ウエハとマスク双方の吸着機構と搬送機構についても実施できる。以下にその実施の形態をより具体的に説明するが、本発明はこれらの形態に限定されるものではない。

(第一の発明の実施の形態) 図1は、第一の発明の実施の形態のX線投影露光装置を示している。

【0036】本装置は、X線源(不図示)と、照明光学系(不図示)と、投影結像光学系1と、マスク2を保持するマスクステージ3と、ウエハ4を保持するウエハステージ5と、前記ウエハ4を吸着するウエハ吸着部材6と、前記投影結像光学系1と前記マスクステージ3と前記ウエハステージ5を真空中に保つための真空チャンバ7と、前記ウエハをストックするウエハ格納室8と、前記ウエハおよび前記ウエハ吸着部材6を搬送する搬送機構9とを有している。

【0037】本装置のX線源としてレーザープラズマX線源を用い、ここから発したX線を照明光学系を介してマスク2に照射する。この時の露光波長は13nmとし、マスク2は反射型のものを用いた。マスク2で反射したX線17は、投影結像光学系1を通過してウエハ4上に到達し、マスクパターンがウエハ4上に縮小転写される。

【0038】前記投影結像光学系1は4枚の反射鏡で構成され、倍率は1/4であり、輪帯状の露光視野を有する。すべての反射鏡は反射面形状が非球面であり、その表面にはX線の反射率を向上させるために、Mo(モリブデン)/Si(シリカ)の多層膜がコートしてある。露光時にはマスク2およびウエハ4をそれぞれのステージ3および5により走査した。ウエハの走査速度は、常にマスクの走査速度の1/4となるように同期させた。その結果、マスク上のパターンをウエハ上に1/4に縮小して転写することができた。

【0039】ウエハ吸着部材6は図6bに示すような構造で、誘電体であるアルミナセラミックスと2枚の電極(双極型)で構成した。前記セラミックスの金属不純物量は $10^{11}$ atm/cm<sup>3</sup>以下とし、ウエハが金属汚染されないようにした。電極21aにはプラス400Vを、電極21bにはマイナス400Vの電圧を、それぞれ搬送アーム9aおよびウエハステージ5に設けられた電圧出力端子24bおよび24aから、電圧入力端子22bおよび22aを介して印加した。

【0040】搬送機構9は、真空チャンバ7の外側に配置し、上述した図4を用いて示した手順でウエハ4を搬送した。搬送時は、ウエハ吸着部材6に電圧を印可した状態を維持した。その結果、ウエハ4を高速で搬送しても、ウエハ4が吸着部材6上の同じ位置に保持され、ウエハ4およびウエハ吸着部材6が落下することもなく、良好なX線投影露光が行われた。

【0041】(第二の発明の実施の形態) 図2は、第二の発明の実施の形態のX線投影露光装置を示している。



本装置は、上記第一の発明の実施形態におけるウエハ搬送機構をマスク搬送機構に代えたものである。すなわち、ウエハ格納室8の代わりにマスク格納室12を、またウエハ搬送機構9の代わりにマスク搬送機構13を、ゲートバルブ10の代わりにゲートバルブ14を設け、さらにマスク吸着部材11を設けた構成とし、本装置の光学仕様も、前記第一の発明の実施形態とまったく同様とした。

【0042】その結果、搬送時にマスク2を高速で搬送しても、マスク2がマスク吸着部材11上の同じ位置に保持され、マスク2およびマスク吸着部材11が落下することもなく、良好なX線投影露光が行われた。

(第三の発明の実施の形態)図3に、第三の発明の実施の形態のX線投影露光装置を示す。

【0043】本装置は、上記第一の発明の実施形態におけるウエハ搬送機構と、上記第二の発明の実施形態におけるマスク搬送機構を組み合わせた構成で、それぞれの搬送機構を真空チャンバ7内に配置したものである。すなわち、本装置はX線源(不図示)と、照明光学系(不図示)と、投影結像光学系1と、マスク2を吸着するマスク吸着部材11を保持するマスクステージ3と、ウエハ4を吸着するウエハ吸着部材6を保持するウエハステージ5と、前記投影結像光学系1と前記マスクステージ3と前記ウエハステージ5を真空中に保つための真空チャンバ7と、マスクをストックするマスク格納室12と、ウエハをストックするウエハ格納室8と、前記マスクおよび前記マスク吸着部材11を搬送する搬送機構16と、前記ウエハおよび前記ウエハ吸着部材6を搬送する搬送機構15とを有している。ここで、搬送機構15、16により、上述した図5を用いて示した手順でマスク2およびウエハ4を搬送した。

【0044】本装置の光学仕様は、第一および第二の発明の実施形態と同様とし、マスクおよびウエハの搬送時には、マスク2およびウエハ4とも吸着部材6および11に電圧を印可した状態を維持した。その結果、マスク2およびウエハ4を高速で搬送しても、マスク2およびウエハ4が吸着部材6および11上の同じ位置に良好に保持され、落下することもなく、良好なX線投影露光が行われた。

【0045】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明のX線投影露光装置によれば、真空チャンバの真空を破ることなくウエハおよびマスクの交換作業ができる。その結果、通常の運転状態では真空チャンバの真空排気をする必要がなくなり、高いスループットが得られた。また、静電吸着部材を搬送する機構により、マスクおよびウエハの受け渡し機構が簡易になり、装置の製造コストを下げることができた。したがって、従来の露光装置に比べてウエハを製造するコストを下げるができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるX線投影露光装置の概略図であり、第一の発明の実施の形態のX線投影露光装置の概略図である。

【図2】第二の発明の実施の形態のX線投影露光装置の概略図である。

【図3】第三の発明の実施の形態のX線投影露光装置の概略図である。

【図4】本発明によるウエハ搬送手順を示した概略図である。

【図5】本発明による別のウエハ搬送手順を示した概略図である。

【図6】本発明によるウエハ吸着部材、ウエハ搬送アーム、ウエハステージの断面を示す概略図である。

【図7】本発明によるウエハ吸着部材をウエハステージへ受け渡す手順を示した図である。

【図8】本発明によるウエハ縦型配置の場合のウエハ搬送手順を示した図である。

【図9】従来のX線投影露光装置の概略図である。

【図10】は従来のウエハ搬送手順を示した概略図である。

【主要部分の符号の説明】

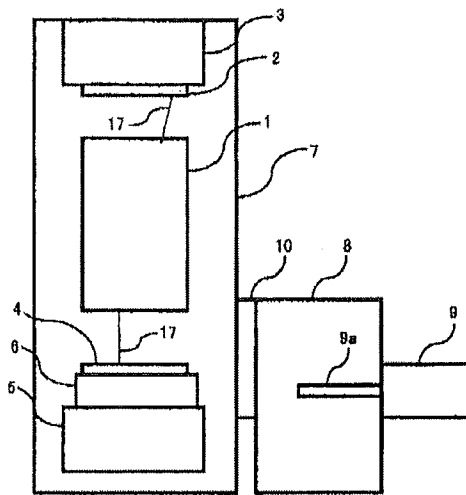
- 1... 投影結像光学系
- 2... マスク
- 3... マスクステージ
- 4... ウエハ
- 5... ウエハステージ
- 6... ウエハ吸着部材
- 7... 真空チャンバ
- 8... ウエハ格納室
- 9... ウエハ搬送機構
- 9a... ウエハ搬送アーム
- 9b... 回転機構
- 10... ゲートバルブ
- 11... マスク吸着部材
- 12... マスク格納室
- 13... マスク搬送機構
- 13a... マスク搬送アーム
- 14... ゲートバルブ
- 15... ウエハ搬送機構
- 15a... ウエハ搬送アーム
- 16... マスク搬送機構
- 16a... マスク搬送アーム
- 17... X線
- 21, 21a, 21b... 電極
- 22a, 22b... 電圧入力端子
- 23a, 23b... 配線
- 24a, 24b... 電圧出力端子
- 25a, 25b... 配線
- 26a, 26b... 磁力発生部材
- 27... 磁性体

- 31... X線源  
 32... 照明光学系  
 33... マスク  
 34... マスクステージ  
 35... 投影結像光学系  
 36... ウエハ  
 37... ウエハステージ  
 38... 真空チャンバ  
 39... X線

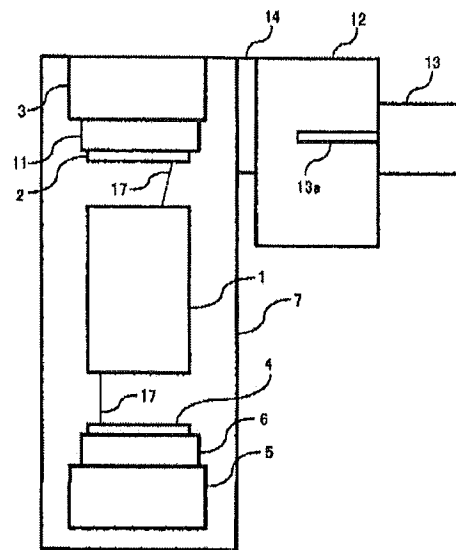
- \* 44... ウエハ  
 45... ウエハステージ  
 49... ウエハ吸着部材  
 50... ウエハ搬送機構  
 50a... 搬送アーム  
 51... ウエハ格納部  
 52... ウエハ受け渡し機構  
 52a... 受け渡しアーム

\*

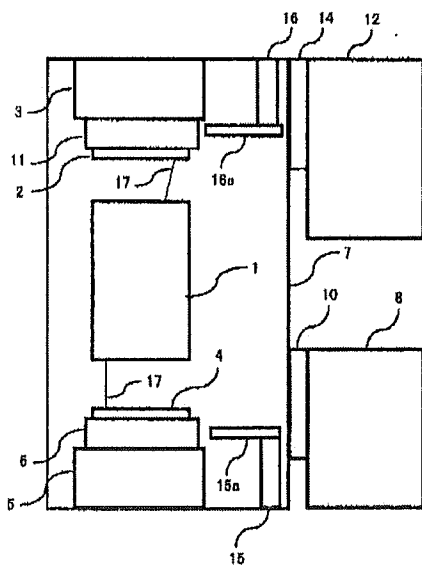
【図1】



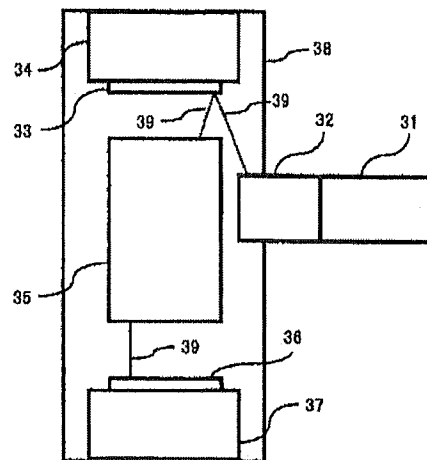
【図2】



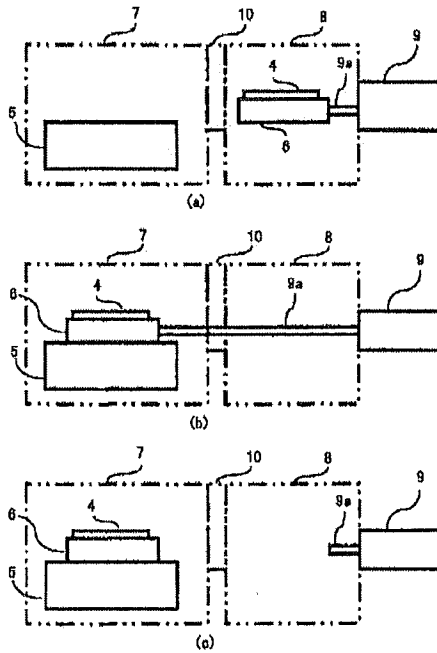
【図3】



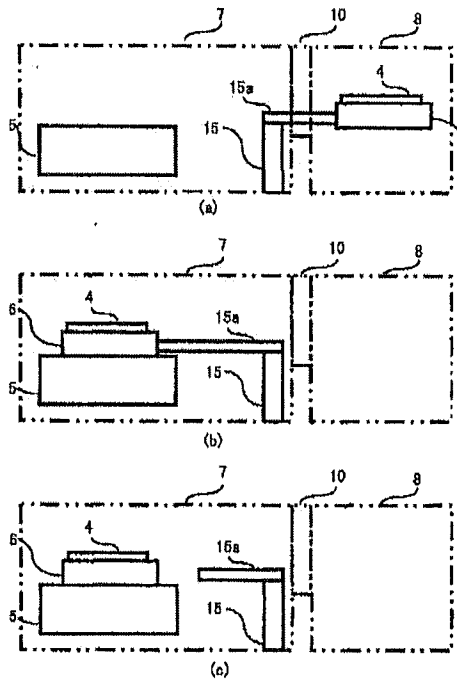
【図9】



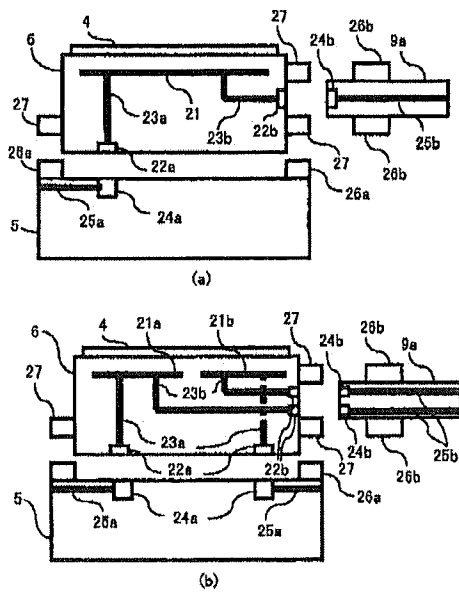
【図4】



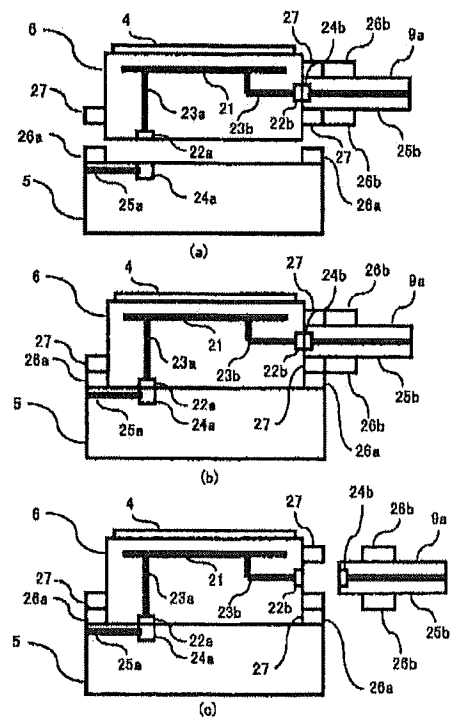
【図5】



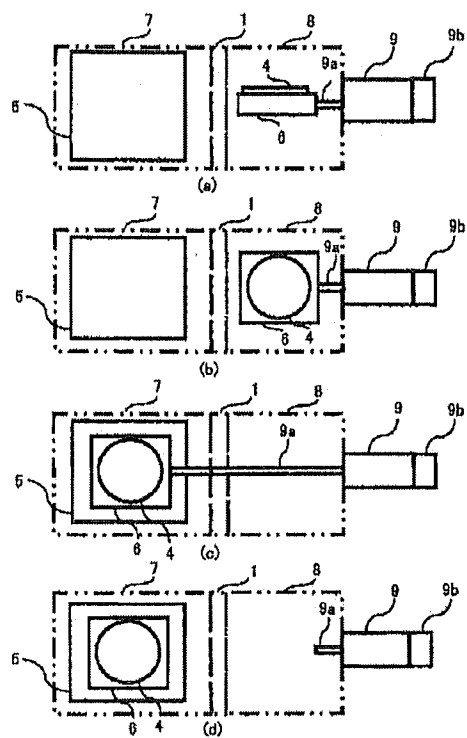
【図6】



【図7】



【図8】



【図10】

